

CONTART 2016. La Convención de la Edificación
20 - 22 de abril de 2016; Granada (Spain): Colegio Oficial de Aparejadores y
Arquitectos Técnicos de Granada. Consejo General de la Arquitectura Técnica
de España, p. 49-58

ELEMENTO ESTRUCTURAL DE DOBLE PARED DE HORMIGÓN ARMADO. APLICACIÓN A LA EDIFICACIÓN

ROJAS FERNÁNDEZ-FÍGARES, MANUEL¹; VÍLCHEZ CUESTA, FRANCISCO²;
TERRÓN GARCÍA, FRANCISCO DE PAULA³

1: ELESDDOPA SL

e-mail: manuelrojas@elesdopa.com , *web:* <http://www.elesdopainternational.com>

2: UNIVERSIDAD DE GRANADA

e-mail: fvilchez@ugr.es , *web:* <http://www.ugr.es>

3: PROFESIONAL LIBRE

e-mail: : franciscoterron@telefonica.net

Palabras clave: pared; conector; soporte; armadura; hormigón.

RESUMEN

ELESDDOPA es un sistema constructivo que permite construir estructuras aligeradas de hormigón armado, capaz de generar geometrías autoportantes que a su vez resuelven aislamiento y cerramientos, reduciendo así tiempos de ejecución y costes.

Con ELESDDOPA se construye en la misma fase de la obra cimentación, estructura, forjados, cubiertas, muros de contención, cerramientos, aislamiento y preinstalaciones, permitiendo además geometrías de gran complejidad. Esto supone una revolución en la manera de proyectar y construir edificaciones con un sistema que usa herramientas y materiales completamente convencionales en la tecnología del hormigón armado, lo que le permite desbancar el sistema tradicional de muros, pilares y vigas de hormigón armado.

1. INTRODUCCIÓN

El Elemento Estructural de Doble Pared de Hormigón Armado, (ELESDDOPA), es un elemento constructivo estructural con carácter superficial, confiriéndole tipología tipo placa con o sin curvatura, que formando parte de la envolvente del edificio otorga unas características añadidas al elemento a realizar. Es un elemento resistente y con poca masa,

y debido a su configuración se consigue aumentar el momento de inercia separando las láminas de hormigón del centro de gravedad sin aumentar la masa, logrando con una menor cantidad de hormigón del empleado en elementos estructurales convencionales una gran resistencia de los paramentos.

ELESDOPA es un sistema constructivo que permite construir estructuras aligeradas de hormigón armado, capaz de generar geometrías autoportantes que a su vez resuelven aislamiento y cerramientos, reduciendo así tiempos de ejecución y costes.

La configuración del ELESDOPA se realiza mediante una doble o múltiple pared de hormigón armado colocado mediante vertido o proyección sobre un soporte constituido por un material ligero de gran aislamiento térmico, lo que le permite aportar unas características térmicas al elemento como envolvente de edificios. La envolvente completa del edificio es estructural de gran rigidez y ligereza y con gran aislamiento térmico.

Por lo tanto podemos considerar que una manera de construir edificios buscando una mayor eficiencia por su composición y elementos empleados es el uso de la patente “Elemento Estructural de Doble o Múltiple Pared de Hormigón Armado Proyectado” WO2013/093128 A1.

Existen en el mercado elementos de configuración parecida, del cual procedemos a enumerar algunos de ellos, cuyos datos y referencias de sus patentes se reflejan en la base de datos PATENTSCOPE.

El sistema reivindicado con la patente US3982368 del 18 de diciembre de 1974 a nombre de *American Volkscastel International* es un sistema constructivo de dos paredes de hormigón armado proyectado, el corazón del paramento está ocupado por un soporte ondulado de cartón. Los conectores entre paredes son barras de acero que se solapan en las armaduras de las paredes. Otra variante recoge un tipo de arriostramiento entre paredes a base de tabiques, dispuestos cada cierta distancia, de hormigón armado. La variante, en la que el arriostramiento entre paredes se hace mediante tabiques de hormigón armado, es la que presenta más rigidez sobre todo en la dirección de los tabiques. En la dirección perpendicular presenta poca rigidez. La invención está pensada sólo para realizar en taller paneles prefabricados que una vez trasladados a la obra se ensamblan mediante pernos en el marco metálico situado desde un forjado hasta el de la siguiente planta de un edificio. Está diseñado sólo para construir paramentos planos sometidos a esfuerzos pequeños como son los que soportan los cerramientos de edificios.

La patente GB 2023215 del 15 junio 1979 de Perrin Arthur registrada a nombre *Luddington Enterprises Ltd* describe un elemento constructivo de dos paredes de hormigón armado, ejecutado mediante proyección sobre soporte de dos láminas, separadas por barras de acero bien sea horizontales, o haciendo una celosía, barras que solapan con las parrillas de armado de las paredes. Sin embargo, la conexión entre las dos paredes presenta una resistencia mecánica débil; sólo se puede utilizar en paramentos sometidos a esfuerzos pequeños como cerramientos de edificios o pequeños muros de carga.

La publicación DE19520082 del 1 de junio de 1995 a nombre de *Bittscheidt, Norbert, Datteln*, presenta un encofrado perdido de doble pared, prefabricado de hormigón armado, para realizar muros verticales de hormigón macizados *a posteriori*. El sistema propuesto busca realizar muros macizos de hormigón armado en vez de muros huecos de hormigón armado. Solo sirve para paramentos verticales. Emplea una cantidad significativa de hormigón.

ELESDOPA, tal y como se ha indicado en el apartado anterior dispone de un Patente a nivel Estatal P 9700349 y a nivel Mundial WO2013/093128 A1.

La clave del éxito de ELESDDOPA radica en su sencillez, ya que por un lado usa los mismos materiales y herramientas usados en la construcción de cualquier estructura convencional, y por otro la propia estructura es a su vez el cerramiento y el aislamiento, por lo que una vez terminada la estructura ELESDDOPA, que es similar en tiempos de ejecución a la estructura convencional, quedan resueltos los cerramientos, la preinstalación de tubos en vacío y conductos y los aislamientos, lo que unido a un menor tiempo de fraguado y el uso de menos material supone acelerar la puesta en obra hasta en un 35% y un ahorro de hasta un 20% en costes de estructura cerramiento e instalaciones. Estos porcentajes experimentados en obras convencionales se ven aumentados en obras de mayor tamaño que permitan modulación, ya que ELESDDOPA es un sistema que permite industrialización, disminuyendo tiempos de ejecución y reduciendo aún más los costes.

2. METODOLOGÍA

La misión de ELESDDOPA es resolver la construcción con un único elemento tipo placa que además de realizar la función de la envolvente del edificio, tenga la rigidez suficiente para realizar la función estructural.

Las dos primeras características, resistencia y menor cantidad de material, se consiguen con una envolvente estructural constituida por un material durable y buscando secciones constructivas óptimas, con alto momento de inercia y menor consumo de material. Para ello es necesario que la sección del elemento tenga la masa lo más alejada posible de la fibra neutra y usar material resistente.

La Figura 1 muestra comparativamente tres secciones estructurales para un paramento, (este podría ser por ejemplo un muro o un forjado).

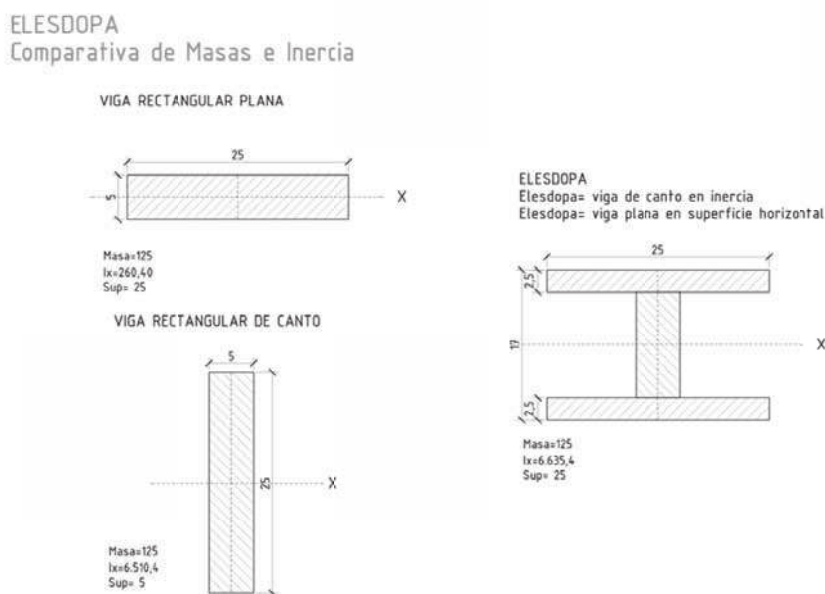


Figura 1. Comparación de secciones estructurales (Elaboración propia)

A modo de ejemplo se indican tres secciones que tienen el mismo gasto de material. La viga plana tiene un ancho de apoyo, en caso de ser un forjado, de 25 cm. Si fuera muro sería ancho de cierre. Tiene un momento de inercia respecto al eje “x” de 260 cm^4 y un canto de 5 cm.

La viga de canto tiene un ancho de apoyo de 5 cm. un momento de inercia de 6.510 cm^4 y un canto de 25 cm. Ha aumentado veinticinco veces el momento de inercia pero ha reducido el ancho de apoyo a la quinta parte. Su canto respecto a la viga plana ha aumentado 5 veces.

El elemento estructural ELESDDOPA mantiene el ancho de apoyo en 25 cm. Consigue un momento de inercia de 6635 ud^4 con un canto de 17 cm.

ELESDDOPA mantiene el ancho de cierre de la viga plana, tiene un poco más de momento de inercia que la viga de canto, y reduce su canto respecto a esta última.

Si además el material utilizado en estas secciones es hormigón armado conseguimos sus propiedades mecánicas.

La tercera característica, buen aislamiento térmico, se consigue con una envolvente de baja transmisividad. Para ello hay que dotarla de alto espesor de material de baja conductividad calorífica. La posición del material aislante puede ser en el interior de la envolvente estructural con lo que queda protegido de acciones exteriores como fuego, lluvia, impactos, etc. La Figura 2 muestra este tipo de envolvente.

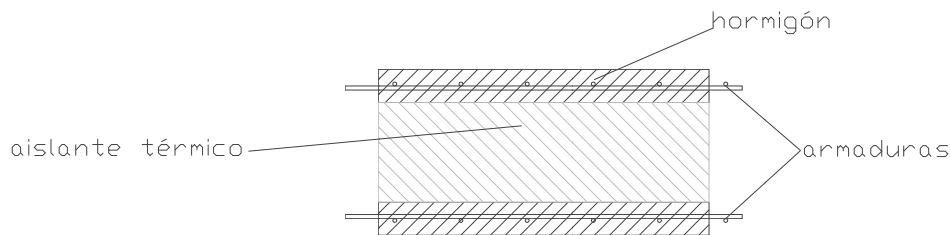


Figura 2. Envolvente de baja transmisividad (Elaboración propia)

El material aislante térmico tiene baja conductividad calorífica y baja densidad. Ello confiere gran aislamiento térmico con poco peso. Esto a su vez redundará en la ligereza que puede tener la envolvente estructural.

Los materiales empleados para ELESDDOPA son los siguientes:

Armaduras: Barras corrugadas B 500 S. Mallas electrosoldadas B 500 T.

Soportes de Proyección: Poliestireno expandido. Doble lámina de contrachapado de madera

Hormigón o mortero proyectado, caracterizado según norma UNE 83-600-94 : H/M P/35/28/III/J3 (Hormigón o mortero proyectado, resistencia media de testigos 35 Mpa, edad de control de resistencia 28 días, Función estructural permanente, caracterización joven del hormigón).

Cemento: CEM I, II; agua; superplastificante; acelerador de fraguado y endurecimiento (dependiendo de J3); ÁRIDOS: arena 0/5 mm.; Gravilla 5/12 mm

3. RESULTADO

Un paramento con las características anteriores se consigue con nuestro elemento estructural ELESDDPA, formado por dos láminas de hormigón armado de poco espesor (normalmente entre 5 y 10 cm), dependiendo del elemento, armadas con un mallazo electrosoldado o parrilla como armado base en el interior de cada una de las láminas de hormigón, con los refuerzos pertinentes que arroje el cálculo. Estas láminas de hormigón armado van enlazadas con elementos de arriostramiento que denominamos llaves cuya misión es doble, por un lado hace efectivo del trabajo de las dos láminas conjuntamente y por otro el absorber los esfuerzos cortantes que se producen en el interior de los elementos.

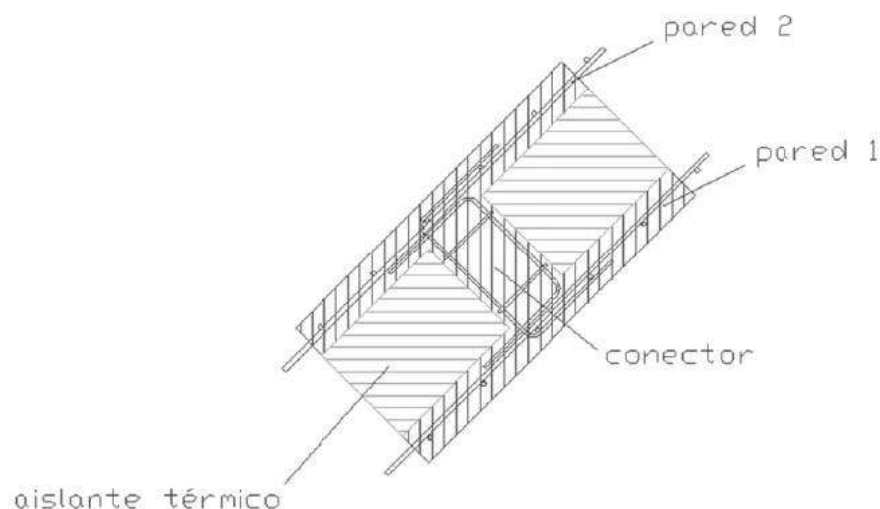


Figura 3. Elemento estructural de doble pared de hormigón armado (Elaboración propia)

Nuestro elemento estructural consta de dos paredes de hormigón armado unidas cada cierta distancia por conectores del mismo o de otro material. En la figura 3 está representado el conector de hormigón armado.

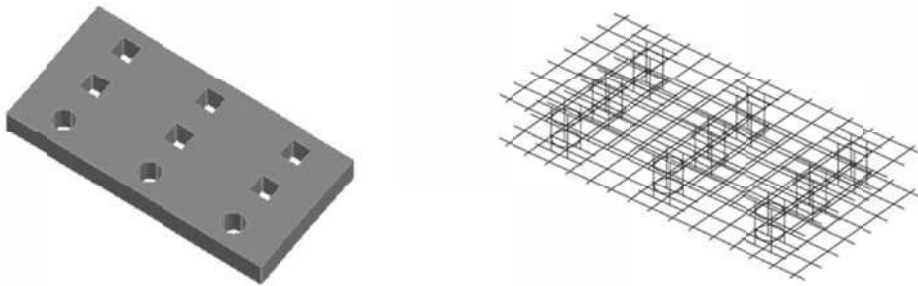
Dimensionamiento estructural: calculados los esfuerzos en cada punto de un paramento se dimensiona la sección resistente.

ELESDDPA se caracteriza con los siguientes parámetros en cada punto de un paramento:

- e_1 = espesor de primera pared
- p = separación entre paredes (coincide con el espesor del soporte)
- e_2 = espesor de la segunda pared
- L = separación entre conectores también llamados llaves de arriostramiento
- LL = sección de la llave o conector
- A_1 = cuantía de acero de la primera pared

- A2 = cuantía de acero de la segunda pared
- A3 = armadura longitudinal de la llave
- A4 = armadura transversal de la llave

El procedimiento de ejecución es el siguiente. Se prepara el soporte, bien macizo o bien hueco, con las dimensiones y forma del paramento a construir. El espesor del soporte coincide con la separación entre paredes de nuestro elemento. El soporte tiene taladros de cierta dimensión y separación entre ellos. Se introducen por ellos las armaduras de los conectores. Se adosa a cada cara del soporte las armaduras de cada pared. Se solapan las patillas de las armaduras de los conectores con las de las paredes respectivas. Se proyecta hormigón macizando los taladros. Se proyecta hormigón sobre ambas caras del soporte constituyendo las paredes. En paramentos horizontales o con poca pendiente y sin excesiva altura de entibación se puede ejecutar con hormigón vertido. El soporte quedaría embutido en el conjunto de armaduras no se ha representado en la figura para que se observe bien las armaduras de la pared inferior y las de los conectores.



Figuras 4 y 5. Soporte macizo de material aislante con sus taladros y conjunto de armaduras (Elaboración propia)

A continuación se procede a proyectar hormigón sobre la cara inferior del soporte, recubriendo las armaduras, seguidamente y tras colocar el aislamiento o soporte para la cara superior se procede a proyectar esta, empezando por macizar los conectores y terminando por recubrir la armadura con el espesor que corresponda. En paramentos sensiblemente horizontales y de fácil entibación se puede hormigonar mediante vertido. Para ello se coloca un entablado sujetado con puntales, a continuación se coloca la armadura de la pared inferior y las de los conectores. Se procede a verter hormigón hasta conseguir el espesor que deba llevar. Se procede a colocar el soporte y a continuación se coloca la armadura de la pared superior. Se procede a doblar las patillas de los conectores abrazando las armaduras de la pared y por último de vierte hormigón empezando por macizar los conectores y terminando por dar el espesor correspondiente de la pared superior.

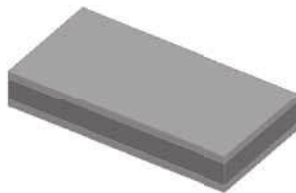


Figura 6 Paramento ELESOPA terminado (Elaboración propia)

Así mismo se puede fratar en fresco la cara vista de la pared superior y dejar como pavimento el propio forjado. Si estuviera en posición vertical se recorta en fresco ambas caras y o bien se frata en fresco o bien se le puede dar un revestimiento de mortero fino.

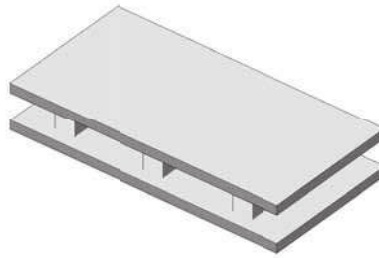
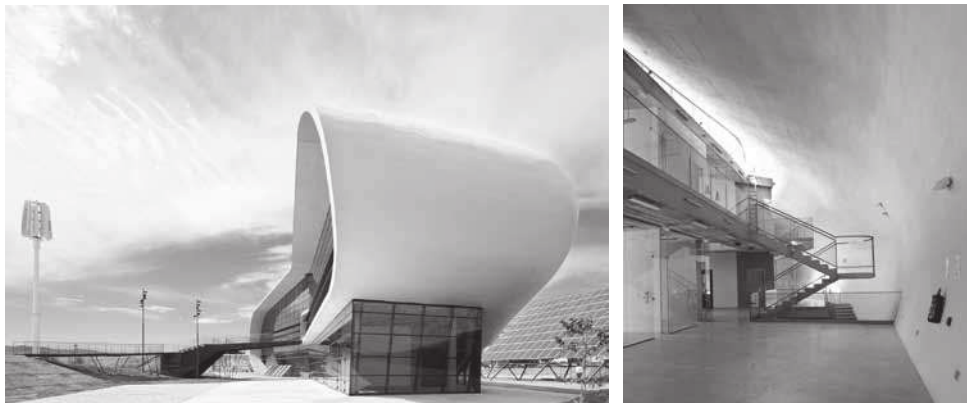


Figura 7 Vista estructural de paramento ELES DOPA sin soporte (Elaboración propia)

Las características que confiere ELES DOPA a la edificación son:

- Versatilidad de empleo en cualquier tipo estructural: losa, muro, pila, tablero de puente, forjado, arco, bóveda, cúpula, refuerzo de paramento, etc.
- Estructuras de alta rigidez y bajo peso. Alta resistencia sísmica.
- Gran aislamiento térmico. Gran Inercia térmica. Alta eficiencia energética de los edificios.
- Gran aislamiento acústico sobre todo a ruido aéreo.
- Mejor aprovechamiento de la capacidad mecánica del hormigón y del acero.
- Alta resistencia al fuego.
- Posibilidad de alojar las instalaciones en su interior suprimiendo el falso techo.
- Facilidad de ejecución de formas planas y curvas.

3.1 FOTOGRAFÍAS DE OBRAS ELES DOPA REALIZADAS



Figuras 8 y 9. Fotografía de Incubadora de empresas en Padul, realizadas por D. Víctor Pérez Goñi. Arquitecto: D. Jorge Suso Fernández- Fígares



Figura 10. Fotografía vivienda en Salobreña. Arquitectos Gil- Bartolomé
(Fotografía tomada por el ponente)



Figura 11. Fotografía de la terraza del edificio anterior.
(Fotografía tomada por el ponente)



Figura 12. Fotografía del interior del edificio.
(Fotografía tomada por el ponente)



Figura 13. Edificio en C/ Huerta de San Cecilio, Granada. Arquitecta Dña. Elisa Valero Ramos.
(Fotografía tomada por el ponente)

4. CONCLUSIONES

La novedad del elemento estructural de doble o múltiple pared de hormigón armado proyectado abre un nuevo campo en las posibilidades de la realización de estructuras tanto de edificación como de obra civil.

Las estructuras son huecas con menor gasto de material y menor peso lo que les permite un aprovechamiento mucho mayor de las capacidades mecánicas de los materiales, al situar el hormigón sólo en las zonas necesarias de la sección se consigue un mejor aprovechamiento de este material, en cada punto la energía transmitida por unidad de volumen es alta no existiendo puntos con masa de hormigón poco solicitada. Las estructuras construidas de esta manera resultan de gran rigidez y económicas.

Existe una gran flexibilidad de formas para el proyectista a la hora del diseño en sus realizaciones ya que la forma se da con el soporte que puede ser de un material fácilmente moldeable. Un paramento con curvaturas importantes presenta mucha mayor rigidez que si tiene poca curvatura o éste es plano.

También presentan gran facilidad de construcción y por supuesto se pueden fácilmente discretizar en distintos elementos para su prefabricación en taller y posterior traslado y ensamblaje en obra.

Con el sistema ELESDOPA se consigue una edificación muy sostenible por su alta resistencia, consumo bajo de hormigón y de acero, gran aislamiento térmico.

Además al presentar un coste de ejecución bajo hace posible su empleo en todo tipo de edificación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Rojas Fernández-Figares. XXII Congreso internacional de Grandes Presas. Barcelona. Commission Internationale Des Grands Barrages. Artículo: Elemento estructural de doble o múltiple pared de hormigón armado proyectado. Aplicación a construcción de presas de gravedad y arco.
- [2] M. Rojas Fernández-Figares. III Congreso de ACHEd de Puentes y Estructuras. Las estructuras del siglo XXI. Zaragoza. Ponencia: elemento estructural de doble o múltiple pared de hormigón armado proyectado.
- [3] M. Rojas Fernández-Figares. Curso sobre proyecto, ejecución y montaje de elementos prefabricados de hormigón. Granada, marzo de 2006. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Ponencia: aplicación a los paneles prefabricados del elemento estructural de doble o múltiple pared de hormigón armado proyectado.
- [4] PATENTSCOPE: La base de datos PATENTSCOPE proporciona acceso a las solicitudes internacionales del Tratado de Cooperación en materia de Patentes en formato de texto completo el día de la publicación, y a los documentos de patentes de las oficinas nacionales y regionales de patentes participantes. La información puede buscarse introduciendo palabras clave, los nombres de los solicitantes, los datos de la Clasificación Internacional de Patentes y muchos otros criterios de búsqueda en varios idiomas <https://patentscope.wipo.int/>